

501/633
10 Rev
15 JUL 2004
(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESEN (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Juli 2003 (24.07.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/060537 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01R 33/07,
G01D 5/14

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/14508

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Dezember 2002 (18.12.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 01 875.8 18. Januar 2002 (18.01.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): AUSTRIAMICROSYSTEMS AG [AT/AT]; Schloss
Premstätten, A-8141 Unterpremstätten (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STEELE, Colin
[GB/AT]; Bahnhofstr. 25, A-8561 Söding (AT). ROSS-
MANN, Siegfried [AT/AT]; West 6, A-9125 Kuehnsdorf
(AT). PERSKE, Frank [DE/AT]; Hanns-Koren-Ring
14/5, A-8054 Graz (AT).

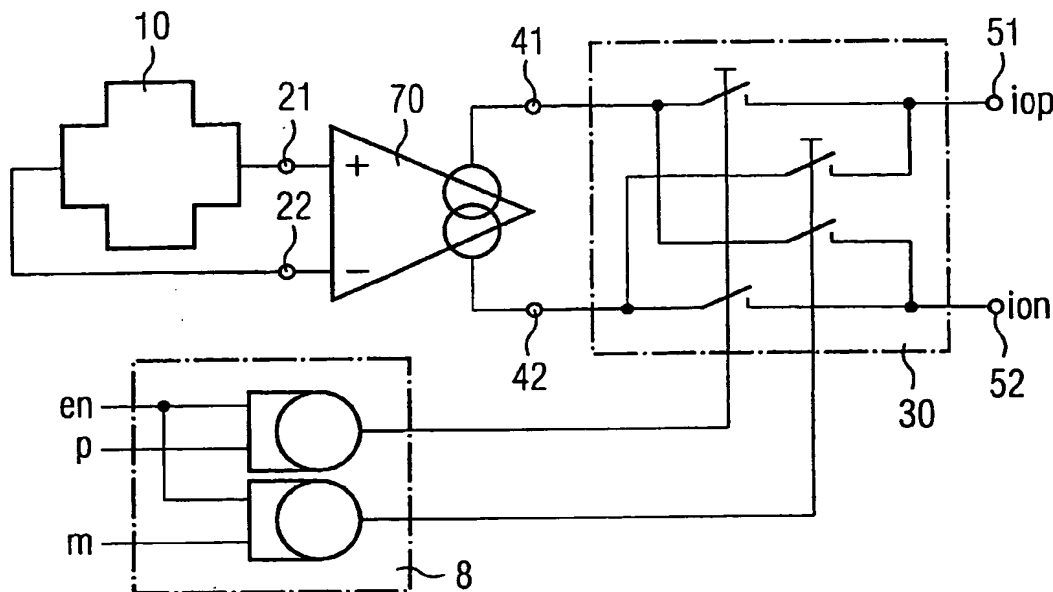
(74) Anwalt: EPPING HERMANN & FISCHER; Ridlerstr.
55, 80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SENSOR SYSTEM AND METHOD FOR OPERATING THE SENSOR SYSTEM

(54) Bezeichnung: SENSORSYSTEM UND VERFAHREN ZUM BETRIEB DES SENSORSYSTEMS



(57) Abstract: The invention relates to a system of sensors (10, 11, 12, 13), in which each sensor detects a magnetic or electrical field and outputs, at its sensor outputs (21, 22, 23, 24), an electric sensor basic signal. The sensor outputs (21, 22) of each of the sensors (10, 11, 12, 13) are connected to the inputs (41, 42, 43, 44) of a signal modulator (30, 31), whereby the signal modulator (30, 31) has at least two control states. The invention also relates to a method for operating the sensor system whereby, in different configurations of the sensor system, system signals are queried and calculated together. The inventive sensor system is advantageous in that it can carry out different types of magnetic field measurements with utmost flexibility.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/060537 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Anordnung von Sensoren (10, 11, 12, 13), bei der jeder Sensor (10, 11, 12, 13) ein magnetisches oder elektrisches Feld erfäßt und an seinen Sensorausgängen (21, 22, 23, 24) ein elektrisches Sensorgrundsignal ausgibt, bei dem die Sensorausgänge (21, 22) eines jeden Sensors (10, 11, 12, 13) mit den Eingängen (41, 42, 43, 44) eines Signalmodulators (30, 31) verbunden sind, wobei der Signalmodulator (30, 31) wenigstens zwei Steuerzustände aufweist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb des Sensorsystems, wobei bei verschiedenen Konfigurationen des Sensorsystems Systemsignale abgefragt und miteinander verrechnet werden. Das erfindungsgemäße Sensorsystem hat den Vorteil, daß es äußerst flexibel verschiedene Arten von Magnetfeldmessungen durchführen kann.

Beschreibung

Sensorsystem und Verfahren zum Betrieb des Sensorsystems

5 Die Erfindung betrifft ein Sensorsystem mit einer Anordnung von Sensoren, bei der jeder Sensor ein elektrisches oder magnetisches Feld erfaßt und an seinen Sensorausgängen ein elektrisches Sensorsignal ausgibt. Die Sensorausgänge sind miteinander verschaltet. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb des Sensorsystems.

Aus der Druckschrift DE 199 43 128 A1 ist eine Hall-Sensoranordnung bekannt, bei der mehrere Hall-Sensoren ortsfest angeordnet und in einer festen Konfiguration miteinander verschaltet sind. Eine solche Sensoranordnung hat den Nachteil, daß sie aufgrund der festen Verschaltung der Sensoren eine geringe Flexibilität bei der Messung von beispielsweise magnetischen Feldern aufweist. Insbesondere ist die bekannte Sensoranordnung nicht zur zwei- beziehungsweise dreidimensionalen Messung magnetischer Feldverteilungen geeignet.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Sensorsystem anzugeben, das eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten aufweist und das insbesondere zur Analyse von zwei- und dreidimensionalen magnetischen Feldverteilungen geeignet ist.

Dieses Ziel wird erfindungsgemäß durch ein Sensorsystem nach Patentanspruch 1 erreicht. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung und ein Verfahren zum Betrieb des Sensorsystems sind den weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

Es wird ein Sensorsystem angegeben, das eine Anordnung von Sensoren aufweist. Jeder der Sensoren erfaßt ein elektrisches oder magnetisches Feld und gibt an seinen Gängen ein elektrisches Sensorsignal aus. Für das Sensorsystem können gleichartige oder aber auch verschiedenartige Sensoren verwendet werden.

Jeder der Sensoren ist mit einem Signalmodulator verbunden, wobei die Eingänge des Signalmodulators mit den Sensorausgängen des betreffenden Sensors verbunden sind. Jeder Signalmodulator weist wenigstens zwei Steuerzustände auf. In einem ersten Steuerzustand liegt am Signalmodulatorausgang als Sensorendsignal das entsprechende Sensorgrundsignal an. In einem zweiten Steuerzustand liegt am Signalmodulatorausgang als Sensorendsignal das invertierte Sensorgrundsignal an.

Darüber hinaus weist das Sensorsystem eine Vorrichtung zur Addition der Sensorendsignale zu einem Systemsignal auf.

Das Sensorsystem hat den Vorteil, daß aufgrund der unterschiedlichen Steuerzustände eines jeden Signalmodulators eine Vielzahl von Konfigurationen für das Sensorsystem definiert werden kann. Das Sensorsystem ist somit flexibel einsetzbar und insbesondere zur Analyse von zwei- beziehungsweise dreidimensionalen Magnetfeldern geeignet. Darüber hinaus ist ein solches Sensorsystem zur Erfassung linearer magnetischer oder elektrischer Felder, zur Erfassung von Ortsverschiebungen von linearen oder axialen sinusförmig verteilten magnetischen Feldern geeignet.

Es wird darüber hinaus ein Verfahren zum Betrieb des Sensorsystems angegeben, das erst mit dem erfindungsgemäßen Sensorsystem ermöglicht wird. Alle Steuerzustände der Signalmodulatoren zusammen definieren dabei die Konfiguration des Sensorsystems. Das Betriebsverfahren weist die folgenden Schritte auf:

In einem ersten Schritt wird das Sensorsystem auf eine erste Konfiguration gelegt. Es wird das von dem Sensorsystem ausgegebene Systemsignal von einer geeigneten Vorrichtung erfaßt und gespeichert.

In einem zweiten Schritt des Betriebsverfahrens wird die Konfiguration des Sensorsystems von der ersten Konfiguration in eine zweite Konfiguration geändert. Die zweite Konfiguration unterscheidet sich dabei von der ersten Konfiguration.

5

In einem dritten Schritt wird das in der zweiten Konfiguration vom Sensorsystem ausgegebene Systemsignal wiederum in einer geeigneten Vorrichtung eingelesen und gespeichert.

- 10 Gegebenenfalls können auch noch weitere Konfigurationen eingestellt und die vom Sensorsystem ausgegebenen Signale eingelesen und gespeichert werden.

15 In einem weiteren Verfahrensschritt erfolgt schließlich die Durchführung einer Rechenoperation mit dem ersten und dem zweiten und gegebenenfalls weiteren Systemsignalen. Mit Hilfe dieser Rechenoperation können Rückschlüsse auf die flächige beziehungsweise räumliche Verteilung des zu erfassenden magnetischen oder elektrischen Feldes geschlossen werden.

20

In dem Sensorsystem können als Sensoren beispielsweise Hall-Sensoren verwendet werden. Solche Hall-Sensoren können auf der Basis von Siliziumsensoren als vertikale oder laterale Hall-Sensoren ausgeführt sein. Es kommen aber auch magnetfeldabhängige Widerstände als Sensoren in Frage.

25

Die von den Hall-Sensoren ausgegebenen Sensorgrundsignale können durch einen Steilheitsverstärker verstärkt werden. Dieser Steilheitsverstärker ist dann zwischen jedem Sensor und dem entsprechenden Signalmodulator geschaltet. Die Verwendung von Steilheitsverstärkern zur Verstärkung der Sensorgrundsignale ermöglicht es, einzelne Sensoreinheiten, bestehend aus einem Sensor und dem dazu gehörigen Signalmodulator zueinander parallel zu verschalten. Mit Hilfe einer solchen

30

35 Parallelschaltung wird es möglich, die Ströme der Sensorendsignale zu einem Systemsignal zu addieren.

Die Signalmodulatoren können mit einer Kontroll-Logikschaltung verbunden sein, welche es erlaubt, das Umschalten zwischen zwei Steuerzuständen eines Signalmodulators mittels digitaler Kontrollwörter zu realisieren. Dies erlaubt ein besonders schnelles Umschalten zwischen zwei Steuerzuständen eines Signalmodulators und mithin zwischen zwei Konfigurationen des Sensorsystems.

In einer beispielhaften Ausführungsform des Sensorsystems können die Sensoren in einer Ebene angeordnet sein. Innerhalb einer solchen Ebene wiederum können die Sensoren in Zeilen beziehungsweise Spalten angeordnet sein, welche zueinander orthogonal sind. Dadurch wird ein schachbrettartiges Raster von Sensoren realisiert.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt einen Baustein eines Sensorsystems in einer schematischen Schaltungsanordnung.

Figur 2 zeigt beispielhaft ein erfindungsgemäßes Sensorsystem in einer schematischen Schaltungsanordnung.

Figur 3A zeigt ein erfindungsgemäßes Sensorsystem in einer ersten Konfiguration.

Figur 3B zeigt das Sensorsystem aus Figur 3A in einer weiteren Konfiguration.

Figur 4A zeigt einen zylinderförmigen Permanentmagneten, dessen Orientierung relativ zum Sensorsystem aus den Figuren 3A und 3B bestimmt wird.

Figur 4B zeigt die tangentialen Magnetfeldamplitude auf der X-Achse des Magneten aus Figur 4A entlang zentri-

scher Kreise mit dem Radius X um die Symmetrieachse.

Figur 4C zeigt die relative Lage eines Sensorsystems gemäß
5 Figur 3A zu einem Magneten gemäß Figur 4A in Draufsicht.

Figur 4D zeigt die tangentielle Magnetfeldamplitude.

Figur 1 zeigt einen Hall-Sensor 10, dessen Ausgänge 21, 22
10 mit einem Steilheitsverstärker 70 verbunden sind. Die Ausgänge des Steilheitsverstärkers 70 wiederum sind mit den Eingängen 41, 42 eines Signalmodulators 30 verbunden. An den Ausgängen 51, 52 des Signalmodulators 30 liegt das Sensorendsignal i_{op} , i_{on} an. Der Ausgangsmodulator 30 ist mit einer Kontroll-Logikschaltung 8 verbunden, die verschiedene Steuerzustände in dem Signalmodulator 30 erzeugen kann. Dazu werden an den Eingängen EN, P, M der Kontroll-Logikschaltung 8 digitale Signale angelegt, die zu digitalen Kontrollwörtern zusammengefaßt werden können. Der Eingang EN der Kontroll-
15 Logikschaltung 8 steht dabei für das Einschalten des Signalmodulators 30. Sobald am Eingang EN der Kontroll-Logikschaltung 8 das Signal "High" anliegt, liefert der Signalmodulator 30 an seinen Ausgängen 51, 52 ein Signal, das vom Signal des Hall-Sensors 10 abhängig ist. Falls am Eingang
20 EN der Kontroll-Logikschaltung 8 das Signal "Low" anliegt, ist der Signalmodulator 30 deaktiviert, das heißt, daß die Ausgänge 51, 52 des Signalmodulators 30 nicht mit den Sensorausgängen 21, 22 des Hall-Sensors 10 verbunden sind. Bei aktiviertem Signalmodulator 30 besteht durch Anlegen entsprechender Signale an die Eingänge P, M der Kontroll-
30 Logikschaltung 8 die Möglichkeit, an den Ausgängen 51, 52 des Signalmodulators 30 entweder das Sensorgrundsignal des Hall-Sensors 10 oder das invertierte Grundsignal des Hall-Sensors 10 zu erhalten. Dazu muß lediglich am Eingang P das Signal
35 "High" beziehungsweise am Eingang M das Signal "High" angelegt werden.

Insgesamt weist also der Signalmodulator 30 aus Figur 1 drei verschiedene Steuerzustände auf. Diese Steuerzustände werden charakterisiert durch 0 (Signalmodulator 30 deaktiviert), + (Addition, das heißt, daß das Sensorendsignal i_{op} , i_{on} dem Sensorgrundsignal entspricht) und - (das heißt, daß das Sensorendsignal das invertierte Sensorgrundsignal darstellt) charakterisiert.

Figur 2 zeigt die Verschaltung zweier Sensoren 10 aus Figur 1 zu einem Sensorsystem. Jedem Sensor 10, 11 ist ein Signalmodulator 30, 31 zugeordnet, der über einen Steilheitsverstärker 70, 71 mit dem entsprechenden Sensor 10, 11 verbunden ist. Die Sensorausgänge 21, 22 des Sensors 10 beziehungsweise die Sensorausgänge 23, 24 des Sensors 11 sind mit den Sensoreingängen 41, 42 des Signalmodulators 30 beziehungsweise den Eingängen 43, 44 des Signalmodulators 31 verbunden. An den Ausgängen 51, 52 beziehungsweise 53, 54 der Signalmodulatoren 30, 31 liegen Sensorendsignale an, die durch die Vorrichtung 6 zur Addition aufsummiert werden.

Gemäß Figur 2 ist die Vorrichtung 6 zur Addition eine einfache Parallelschaltung der an den Ausgängen 51, 52 beziehungsweise 53, 54 der Signalmodulatoren 30, beziehungsweise 31 anliegenden Ausgangsspannungen. Bezüglich der in diesem Fall gemessenen Ströme ergibt sich eine Addition der Sensorendsignale. Die summierten Ströme erzeugen an den Widerständen 91, 92 einen Spannungsabfall, der als Systemsignal VOP, VON ausgelesen werden kann.

Die Signalmodulatoren 30, 31 enthalten jeweils eine Kontroll-Logikschaltung, die jedoch in Figur 2 nicht dargestellt ist. Es sind lediglich die Eingänge der Kontroll-Logikschaltungen mit EN0, P0, M0 für den Signalmodulator 30 beziehungsweise EN1, P1, M1 für den Signalmodulator 31 angegeben.

Figur 3 zeigt die Anordnung von vier Sensoren 10, 11, 12, 13 in einem quadratischen Muster, wobei die Fläche im Quadranten

Q0, Q1, Q2, Q3, unterteilt ist. In jedem Quadranten Q0, Q1, Q2, Q3 befindet sich einer der Sensoren 10, 11, 12, 13. Die Konfiguration des Sensorsystems aus Figur 3A ist angegeben durch das Zeichen + in den Quadranten Q0, Q3 und durch das
5 Zeichen - in den Quadranten Q2, Q1. Gemäß Figur 3B weist das Sensorsystem aus Figur 3A eine andere Konfiguration auf, wobei das Zeichen + für die Quadranten Q1 und Q0 und das Zeichen - für die Quadranten Q2 und Q3 gilt. Durch die Zeichen + beziehungsweise - wird der Steuerzustand des in dem jewei-
10 ligen Quadranten Q0, Q1, Q2, Q3 befindlichen Sensors 10, 11, 12, 13 angedeutet. Mit Hilfe eines Sensorsystems in zwei verschiedenen Konfigurationen K1 und K2 gemäß den Figuren 3A und 3B kann beispielsweise der Drehwinkel eines Magneten gemäß Figur 4A über der Sensoranordnung gemessen werden.

15

Figur 4A zeigt einen zylinderförmigen Permanentmagneten, dessen Orientierung relativ zum Sensorsystem aus den Figuren 3A und 3B bestimmt wird.

20

Ein solcher Magnet 9 ist dargestellt in Figur 4A. Er weist die Form einer Scheibe auf, die eine Symmetrieachse entlang der Z-Achse besitzt. Die beiden Hälften der Scheibe sind diametral magnetisiert und weisen mithin einen magnetischen Nordpol N und einen magnetischen Südpol S auf.

25

Figur 4B zeigt die tangentielle Komponente des Magnetfeldes bezüglich Kreisen um die Symmetrieachse Z als Magnetfeldamplitude B, wobei das Magnetfeld am Schnittpunkt eines Kreises mit der X-Achse aufgetragen ist. Für einen Kreis mit dem Ra-
30 dius X1 hat die tangentielle Komponente des Magnetfelds die Magnetfeldamplitude B0.

Figur 4C zeigt die Anordnung eines Magneten 9 gemäß Figur 4A über einem Sensorsystem gemäß Figur 3A in Draufsicht. Die
35 Sensoren 10, 11, 12, 13 liegen auf einem Kreis um die Symmetrieachse Z des Magneten 9, wobei der Radius des Kreises X1 beträgt. Die Symmetrieachse Z des Magneten 9, der Sensor 10

und die Y-Achse des Magneten 9 schließen den Winkel α_1 ein.
Der Winkel α_1 beträgt 45° .

Figur 4D zeigt in Abhängigkeit vom Winkel α aus Figur 4C die
5 tangentielle Magnetfeldamplitude B entlang des Kreises mit dem
Radius x_1 gemäß Figur 4C. Die Position der Sensoren 10, 11,
12, 13 ist in Figur 4D angedeutet. Der maximale Wert der Ma-
gnetfeldamplitude ergibt sich für $\alpha = 90^\circ$. Hier hat die Ma-
gnetfeldamplitude den Wert B_0 . Der Magnet 9 kann nun gemäß
10 Figur 4C in Pfeilrichtung gegenüber der Sensoranordnung ge-
dreht werden. Bezeichnet man den Drehwinkel des Magneten 9
gegenüber dem Sensorsystem mit α , so ergeben sich mit

G_{Hall} = die elektrische Verstärkung der Hall-Sensoren

15 die folgenden Zusammenhänge:

Das magnetische Quellenfeld B_{Quelle} am Ort eines jeden Sen-
sors 10, 11, 12, 13 wird bestimmt durch den Drehwinkel α ge-
20 mäß:

$$B_{Quelle} = B_0 \cdot \sin(\alpha).$$

In der Konfiguration gemäß Figur 3A erhält man als Systemsi-
25 gnal V_{K1} :

$$V_{K1} = B_0 \cdot G_{Hall} \cdot ((\sin(\alpha + 45) - \sin(\alpha + 135) - \sin(\alpha + 225) + \sin(\alpha + 315)))$$

30 Daraus ergibt sich durch Umformen:

$$V_{K1} = 2\sqrt{2} \cdot B_0 \cdot G_{Hall} \cdot \sin(\alpha).$$

Ein anderes Signal erhält man mit der Konfiguration des Sen-
35 sorsystems gemäß Figur 3B:

9

$$V_{K2} = B_0 \cdot G_{Hall} ((\sin(\alpha + 45) + \sin(\alpha + 135) - \sin(\alpha + 225) - \sin(\alpha + 315))).$$

Umformen, liefert:

5

$$V_{K2} = 2\sqrt{2} \cdot B_0 \cdot G_{Hall} \cdot \cos(\alpha).$$

Durch eine Rechenoperation kann in einfacher Art und Weise aus den Signalen V_{K1} und V_{K2} der Drehwinkel des Magneten 9 gegenüber dem Sensorsystem berechnet werden. Dazu wird folgendes berechnet:

$$\alpha = \arctan(V_{K1} : V_{K2}).$$

15 Diese Berechnung kann beispielsweise mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens durchgeführt werden, in dem das Sensorsystem in einem ersten Zeitpunkt in einer Konfiguration K1 mißt und der gemessene Wert des Systemsignals (VOP, VON) gespeichert wird. Anschließend wird das Sensorsystem wie aus
20 den Figuren 3a beziehungsweise 3b ersichtlich, in eine andere Konfiguration K2 gebracht. Anschließend wird das Systemsignal VOP, VON wieder erfaßt und gespeichert. Anschließend kann die oben angegebene Rechenoperation durchgeführt werden.

25 Durch die Möglichkeit der Steuerung der Signalmodulatoren mittels digitaler Kontrollwörter kann das Umschalten zwischen verschiedenen Konfigurationen K1, K2 des Sensorsystems in sehr kurzer Zeit, beispielsweise im Abstand von einigen μs erfolgen. Dadurch ist eine hohe Flexibilität und eine hohe
30 Schnelligkeit des Sensorsystems gewährleistet.

Patentansprüche

1. Sensorsystem mit einer Anordnung von Sensoren (10, 11, 12, 13), bei der jeder Sensor (10, 11, 12, 13) ein magnetisches
5 oder elektrisches Feld erfaßt und an seinen Sensorausgängen (21, 22, 23, 24) ein elektrisches Sensorgrundsignal ausgibt,
- bei dem die Sensorausgänge (21, 22) eines jeden Sensors (10, 11, 12, 13) mit den Eingängen (41, 42, 43, 44) eines
Signalmodulators (30, 31) verbunden sind, wobei der Signal-
10 modulator (30, 31) wenigstens zwei Steuerzustände aufweist,
wobei in einem ersten Steuerzustand an den Ausgängen (51, 52) des Signalmodulators (30, 31) als Sensorendsignal (iop, ion) das entsprechende Sensorgrundsignal und in einem zwei-
ten Steuerzustand des Signalmodulators (30, 31) an dessen
15 Ausgängen (51, 52) als Sensorendsignal (iop, ion) das in-
vertierte Sensorgrundsignal des entsprechenden Sensors (10, 11, 12, 13) anliegt,
- und mit einer Vorrichtung (6) zur Addition der Sensorendsi-
gnale (iop, ion) zu einem Systemsignal (VOP, VON).
20
2. Sensorsystem nach Anspruch 1,
bei dem die Sensoren (10, 11, 12, 13) Hall-Sensoren sind.
3. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
25 bei dem zwischen jedem Sensor (10, 11, 12, 13) und dem ent-
sprechenden Signalmodulator (30, 31) ein Steilheitsverstärker (70, 71) geschaltet ist.
4. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
30 bei dem die Signalmodulatoren (30, 31) parallel zueinander
geschaltet sind.
5. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
bei dem die Signalmodulatoren (30, 31) mit jeweils einer Kon-
35 troll-Logikschaltung (8) verbunden sind.
6. Sensorsystem nach Anspruch 5,

11

bei dem die Signalmodulatoren (30, 31) durch ein digitales Kontrollwort steuerbar sind.

7. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

5 bei dem die Sensoren (10, 11, 12, 13) in einer Ebene angeordnet sind.

8. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

10 bei dem die Sensoren (10, 11, 12, 13) in zueinander orthogonalen Zeilen und Spalten angeordnet sind.

9. Verfahren zum Betrieb eines Sensorsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

15 wobei die Steuerzustände der Signalmodulatoren (30, 31) die Konfiguration des Sensorsystems definieren, mit folgenden Schritten:

a) Einlesen und Speichern eines ersten Systemsignals (VOP, VON) bei einer ersten Konfiguration (K1)

20 b) Ändern der Konfiguration des Sensorsystems in eine von der ersten Konfiguration (K1) verschiedene zweite Konfiguration (K2)

c) Einlesen und Speichern eines zweiten Systemsignals (VOP, VON) bei der zweiten Konfiguration (K2)

25 d) Durchführung einer Rechenoperation mit dem ersten und zweiten Systemsignal.

10. Verfahren nach Anspruch 9,

30 wobei nach Schritt c) und vor Schritt d) noch weitere Konfigurationen des Sensorsystems eingestellt und entsprechende Systemsignale (VOP, VON) eingelesen und gespeichert werden.

FIG 1

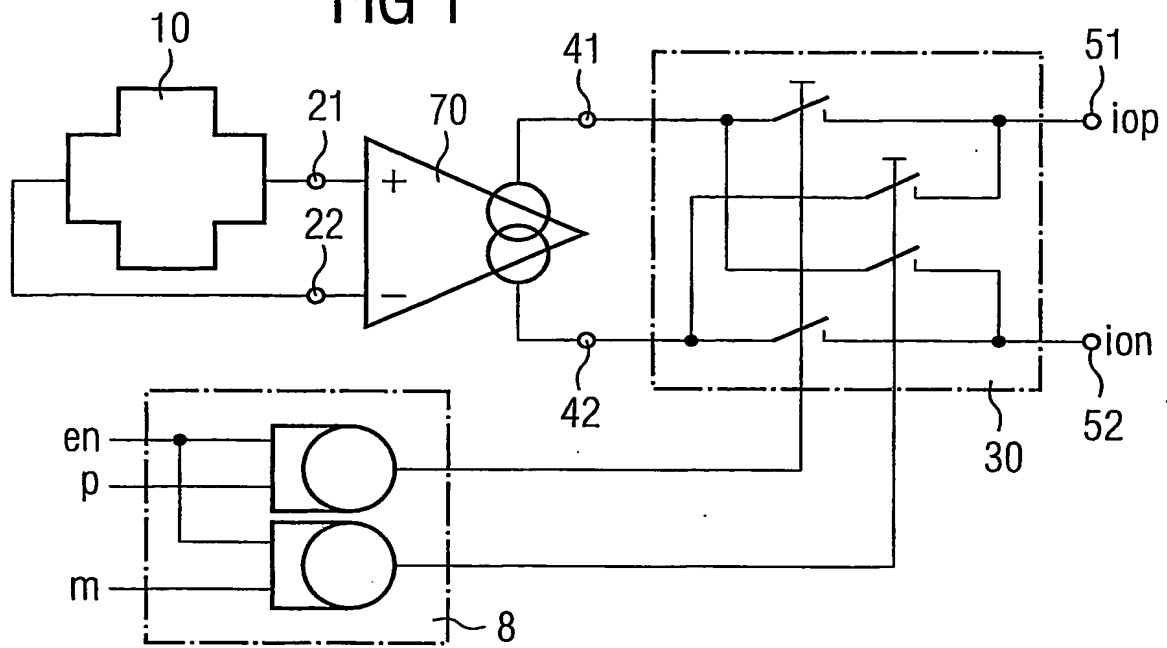


FIG 2

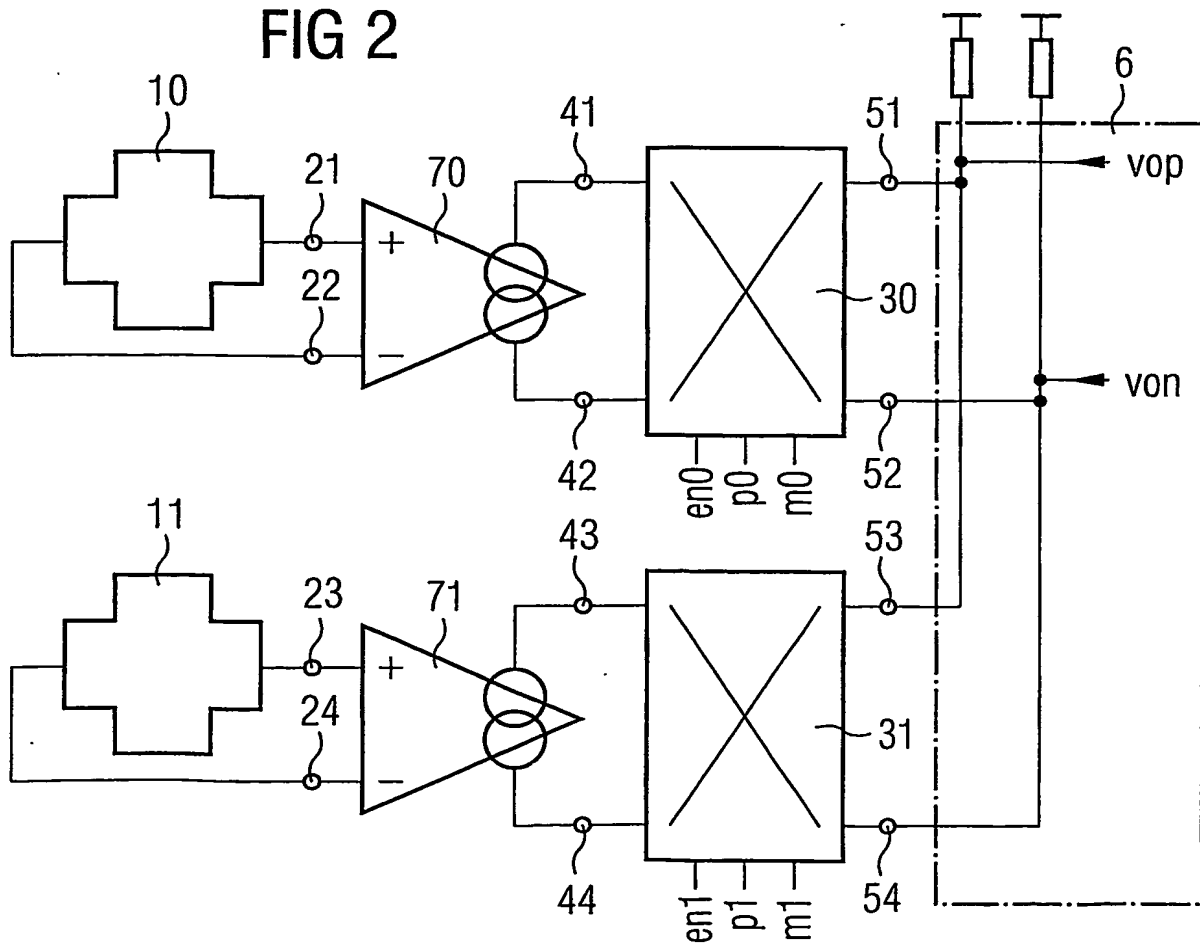


FIG 3A

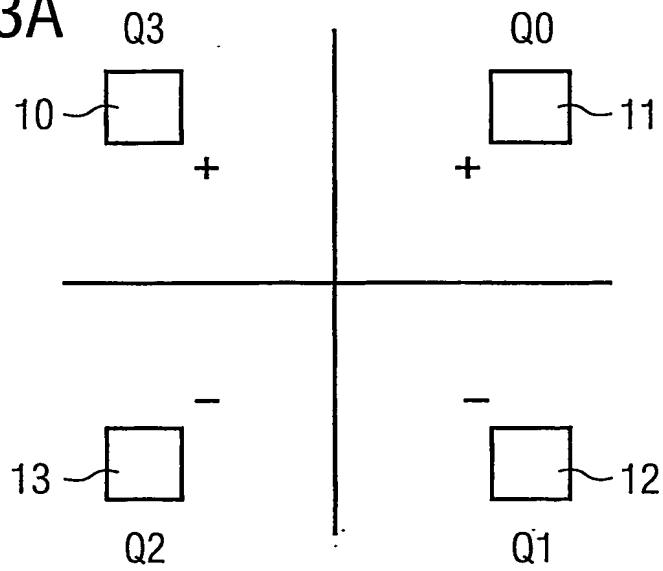
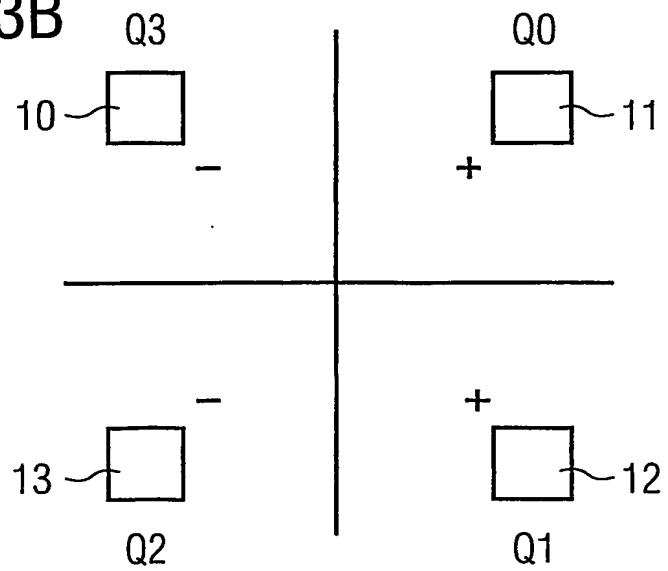


FIG 3B



3/3

FIG 4A

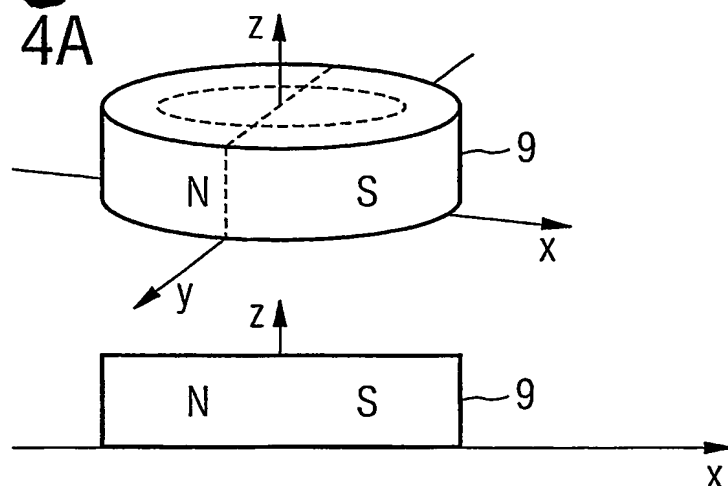


FIG 4B

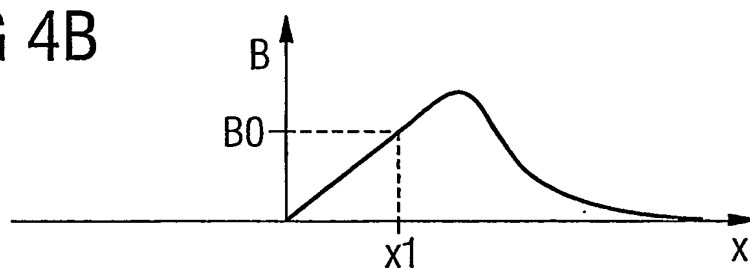


FIG 4C

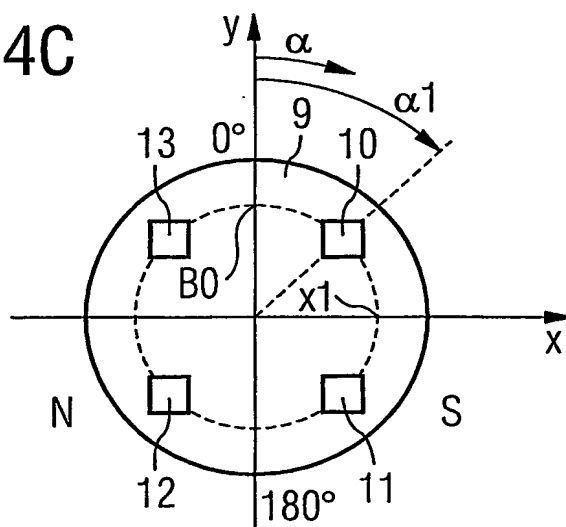
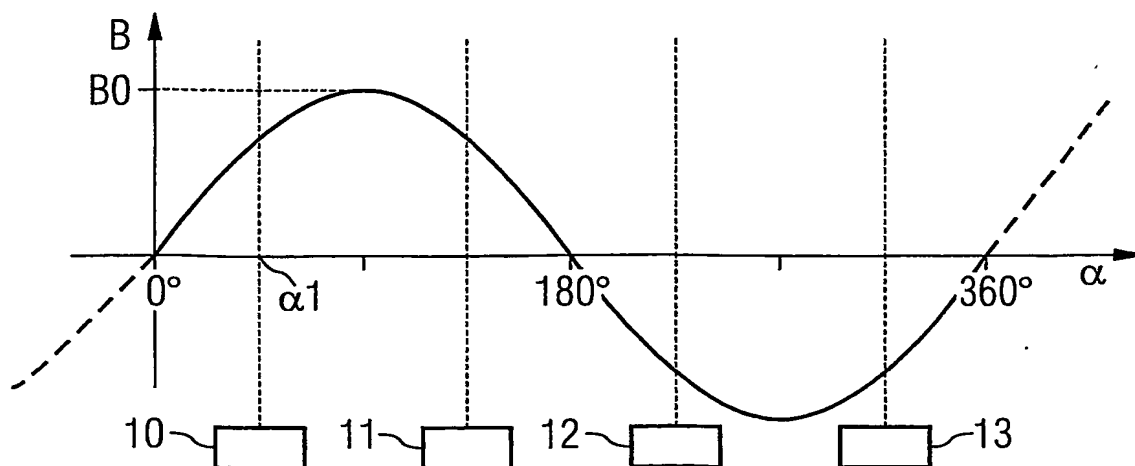


FIG 4D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 02/14508

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01R33/07 G01D5/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01R G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 747 995 A (SPIES ALFONS) 5 May 1998 (1998-05-05) column 5, line 4 -column 6, line 8 ----	1,2,4,5, 7,9,10
A	US 5 844 427 A (MOTZ MARIO ET AL) 1 December 1998 (1998-12-01) abstract column 6, line 57 -column 7, line 41 ----	1-3,5
A	US 5 621 319 A (BILOTTI ALBERTO ET AL) 15 April 1997 (1997-04-15) column 5, line 9 -column 6, line 11 ----	1-3
A	US 4 599 564 A (KELLEHER KEVIN C ET AL) 8 July 1986 (1986-07-08) -----	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 April 2003

Date of mailing of the international search report

25/04/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Swartjes, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/EP 02/14508

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5747995	A	05-05-1998	DE	19536661 A1	03-04-1997
			AT	189306 T	15-02-2000
			DE	59604278 D1	02-03-2000
			EP	0766066 A1	02-04-1997
			JP	9133550 A	20-05-1997
US 5844427	A	01-12-1998	EP	0793075 A1	03-09-1997
			CN	1167251 A ,B	10-12-1997
			DE	59609727 D1	31-10-2002
			JP	9329460 A	22-12-1997
US 5621319	A	15-04-1997	DE	19650184 A1	12-06-1997
			FR	2742225 A1	13-06-1997
			GB	2308029 A ,B	11-06-1997
			JP	3022957 B2	21-03-2000
			JP	9196699 A	31-07-1997
US 4599564	A	08-07-1986	NONE		

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internationales Patentsymbol

PCT/EP 02/14508

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01R33/07 G01D5/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Researchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01R G01D

Researchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 747 995 A (SPIES ALFONS) 5. Mai 1998 (1998-05-05) Spalte 5, Zeile 4 - Spalte 6, Zeile 8 ---	1,2,4,5, 7,9,10
A	US 5 844 427 A (MOTZ MARIO ET AL) 1. Dezember 1998 (1998-12-01) Zusammenfassung Spalte 6, Zeile 57 - Spalte 7, Zeile 41 ---	1-3,5
A	US 5 621 319 A (BILOTTI ALBERTO ET AL) 15. April 1997 (1997-04-15) Spalte 5, Zeile 9 - Spalte 6, Zeile 11 ---	1-3
A	US 4 599 564 A (KELLEHER KEVIN C ET AL) 8. Juli 1986 (1986-07-08) -----	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. April 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/04/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Swartjes, H

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zu dieser Patentfamilie gehören

Internationales Patentamt

PCT/EP 02/14508

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5747995 A	05-05-1998	DE 19536661 A1 AT 189306 T DE 59604278 D1 EP 0766066 A1 JP 9133550 A	03-04-1997 15-02-2000 02-03-2000 02-04-1997 20-05-1997
US 5844427 A	01-12-1998	EP 0793075 A1 CN 1167251 A ,B DE 59609727 D1 JP 9329460 A	03-09-1997 10-12-1997 31-10-2002 22-12-1997
US 5621319 A	15-04-1997	DE 19650184 A1 FR 2742225 A1 GB 2308029 A ,B JP 3022957 B2 JP 9196699 A	12-06-1997 13-06-1997 11-06-1997 21-03-2000 31-07-1997
US 4599564 A	08-07-1986	KEINE	